

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

## NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 18 avril 2001 (18.04.01)	
Demande internationale no PCT/FR00/01805	Référence du dossier du déposant ou du mandataire IT1462-BE8636
Date du dépôt international (jour/mois/année) 28 juin 2000 (28.06.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 07 juillet 1999 (07.07.99)
Déposant FRESCALINE, Laurent etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

29 janvier 2001 (29.01.01)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé R. Forax
no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	no de téléphone: (41-22) 338.83.38



## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

NOTIFICATION RELATIVE  
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION  
DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Destinataire:

CABINET BARRE LAFORGUE & ASSOCIÉS  
95, rue des Amidonniers  
F-31000 Toulouse  
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 31 août 2000 (31.08.00)	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire IT1462-BE8636	NOTIFICATION IMPORTANTE
Demande internationale no PCT/FR00/01805	Date du dépôt international (jour/mois/année) 28 juin 2000 (28.06.00)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 07 juillet 1999 (07.07.99)
Déposant I T H P P etc	

- La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
- Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
- Un astérisque(\*) figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, **l'attention du déposant est appelée** sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
- Les lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, **l'attention du déposant est appelée** sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
07 juil 1999 (07.07.99)	99/08771	FR	02 août 2000 (02.08.00)

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse  no de télécopieur (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé:  Margret Fourné-Godbersen no de téléphone (41-22) 338.83.38
---	--



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

WO 01/05033  
PCT/FR00/01805

**PCT**

## AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA COMMUNICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

**CABINET BARRE LAFORGUE & ASSOCIES**  
95, rue des Amidonniers  
F-31000 Toulouse  
FRANCE

**25 JAN 2001**

<b>Date d'expédition (jour/mois/année)</b> 18 janvier 2001 (18.01.01)		<b>AVIS IMPORTANT</b>	
<b>Référence du dossier du déposant ou du mandataire</b> IT1462-BE8636			
<b>Demande internationale no</b> PCT/FR00/01805	<b>Date du dépôt international (jour/mois/année)</b> 28 juin 2000 (28.06.00)	<b>Date de priorité (jour/mois/année)</b> 07 juillet 1999 (07.07.99)	
<b>Déposant</b> I T H P P etc			

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:  
**AU,US**

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:

**CA,EP,IL,IN,JP,MX,NO,NZ,SG,ZA**

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 18 janvier 2001 (18.01.01) sous le numéro WO 01/05033

### **RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)**

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la **demande d'examen préliminaire international** doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

### **RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))**

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

<b>Bureau international de l'OMPI</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse  no de télécopieur (41-22) 740.14.35	<b>Fonctionnaire autorisé</b>  J. Zahra  no de téléphone (41-22) 338.83.38
--	--



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>IT1462-BE8636</b>	<b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après <b>A DONNER</b>	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 00/01805</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année) <b>28/06/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>07/07/1999</b>
Déposant  <b>I T H P P</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 2 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

#### 1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

#### 4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

#### 5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

#### 6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

☐ Aucune des figures n'est à publier.



## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dernière Internationale No

PCT/FR 00/01805

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H03K3/537

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 621 255 A (LEON ET AL) 15 avril 1997 (1997-04-15) le document en entier -----	

☐

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 janvier 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/01/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Calarasanu, P



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/01805

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5621255 A	15-04-1997	FR 2702900 A	23-09-1994
		DE 69400625 D	07-11-1996
		DE 69400625 T	13-02-1997
		EP 0616428 A	21-09-1994
<hr/>			



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)



Référence du dossier du déposant ou du mandataire IT1462-BE8636	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/01805	Date du dépôt international (jour/mois/année) 28/06/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 07/07/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H03K3/537		
Déposant I T H P P		

- Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
- Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
  - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

- Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☐ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 29/01/2001	Date d'achèvement du présent rapport 06.11.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Calarasanu, P N° de téléphone +49 89 2399 2870 



**RAPPORT D'EXAMEN  
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01805

**I. Base du rapport**

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

**Description, pages:**

1-18                      version initiale

**Revendications, N°:**

1-30                      version initiale

**Dessins, feuilles:**

1/5-5/5                      version initiale

**Partie de la demande réservée au listage des séquences, pages:**

1-18, telles que initialement déposées

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☒ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.



1 2 3

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01805

- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

- ☐ de la description, pages :  
☐ des revendications, n°s :  
☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

*(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-30 Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-30 Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-30 Non : Revendications

2. Citations et explications  
**voir feuille séparée**



**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. L'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 est mentionné dans la description, page 1, ou est décrit un dispositif apte à générer des variations magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques au sein d'un échantillon de matériau solide.

L'objet de la revendication 1 diffère de l'état de la technique:

- a)- en ce que le dispositif revendiqué comprend des moyens de génération d'impulsions de courant électrique a haute puissance pulsée et une cellule électromagnétique reliée a ces moyens, la cellule portant l'échantillon et étant adaptée pour que l'échantillon soit soumis à des impulsions électromagnétiques résultant de l'application à la cellule électromagnétique des dites impulsions de courant;
- b)- en ce que la dite cellule comprend une ligne plate parallèle de matériau conducteur comprenant deux branches en forme de plaques planes, de mêmes formes et dimensions, séparées l'une de l'autre d'une distance inférieure ou égale à 3mm, dont l'une porte l'échantillon, ces deux branches étant reliées électriquement, d'une part, par une bande de jonction d'extrémité, et d'autre part aux dits moyens pour établir un courant électrique circulant depuis ces moyens dans une branche de ladite cellule, puis dans ladite bande de jonction, puis dans l'autre branche de la cellule pour revenir auxdits moyens;
- c)- en ce que lesdits moyens et ladite cellule sont adaptées pour que le temps de montée dans lequel le carré de l'intensité du courant circulant dans la cellule passe de 10% à 90% de sa valeur maximale soit compris entre 1ns et 500ns.

Les caractéristiques a), b) et c) permettent la réalisation d'un dispositif peu encombrant, avec une faible consommation énergétique, qui peut générer un champ de pression sensiblement uniforme au sein de l'échantillon, tout en laissant libre l'espace autour de l'échantillon de façon à en permettre l'analyse.

L'objet de la revendication 1 est donc nouveau (Article 33(2) PCT).

2. La même analyse s'applique à la revendication de procédé 30.

3. Les revendications 2 à 29 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc



**RAPPORT D'EXAMEN**

Demande internationale n° PCT/FR00/01805

**PRELIMINAIRE INTERNATIONAL - FEUILLE SEPAREE**

---

également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

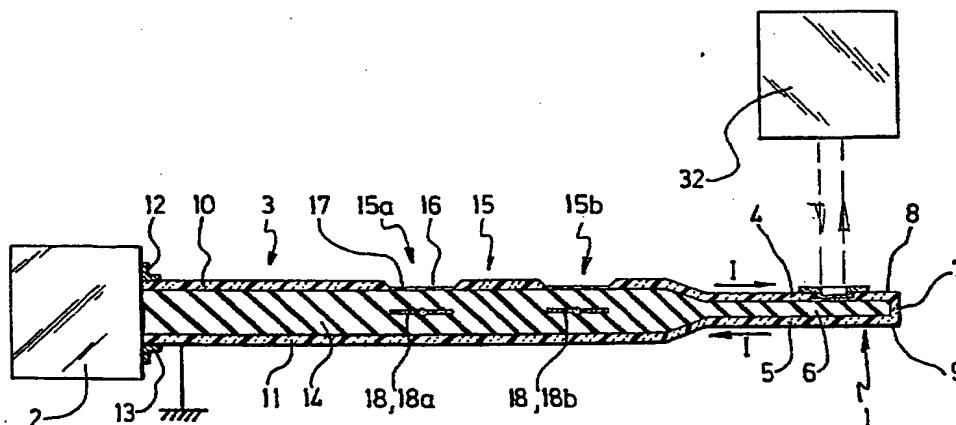
(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/05033 A2

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: H03K (72) Inventeurs; et  
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01805 (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): FRES-  
CALINE, Laurent [FR/FR]; 1, rue Saint-Cyr, F-46400  
Saint-Cere (FR). AVRILLAUD, Gilles [FR/FR]; La  
Prairie, F-46400 St-Jean-Lagineste (FR).  
(22) Date de dépôt international: 28 juin 2000 (28.06.2000)  
(25) Langue de dépôt: français  
(26) Langue de publication: français  
(30) Données relatives à la priorité: 99/08771 7 juillet 1999 (07.07.1999) FR  
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): I T H P (81) États désignés (national): AU, CA, IL, IN, JP, MX, NO,  
P [FR/FR]; Thegra, F-46500 Gramat (FR). NZ, SG, US, ZA.  
(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR GENERATING INTENSE AND BRIEF CONTROLLED VARIATIONS OF MAGNETIC PRESSURE IN A SAMPLE OF SOLID MATERIAL

(54) Titre: DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR GENERER DES VARIATIONS CONTROLÉES INTENSES ET BREVES DE PRESSION MAGNETIQUE AU SEIN D'UN ECHANTILLON DE MATERIAU SOLIDE



(57) Abstract: The invention concerns a device and a method for generating intense and brief variations of magnetic pressure, predetermined and controlled, capable of being isentropic within a sample (23) of solid material. An electromagnetic cell (1) comprises a flat parallel line of conductive material comprising two branches (4, 5) in the form of planar plates, of similar shapes and dimensions, separated from each other by a distance not more than 3 mm, one of which (4) bears the sample (23) rigidly fixed on said branch (4), said two branches (4, 5) being electrically connected to each other by an end junction strip (7), and to means (2, 3) generating electric current pulses so as to produce in less than 500 ns an electric current flowing in the electromagnetic cell (1).

[Suite sur la page suivante]

WO 01/05033 A2



**Publiée:**

- Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé:** L'invention concerne un dispositif et un procédé pour générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques au sein d'un échantillon (23) de matériau solide. Une cellule électromagnétique (1) comprend une ligne plate parallèle de matériau conducteur comprenant deux branches (4, 5) en forme de plaques planes, de mêmes formes et dimensions, séparées l'une de l'autre d'une distance inférieure ou égale à 3mm, dont l'une (4) porte l'échantillon (23) fixé rigidement sur cette branche (4), ces deux branches (4, 5) étant reliées électriquement l'une de l'autre par une bande de jonction (7) d'extrémité, et électriquement reliées, à l'opposé de la bande de jonction (7) d'extrémité, à des moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, de façon à permettre l'établissement en moins de 500ns d'un courant électrique circulant dans la cellule électromagnétique (1).



DISPOSITIF ET PROCEDE POUR GENERER DES VARIATIONS  
CONTROLEES INTENSES ET BREVES DE PRESSION MAGNETIQUE  
AU SEIN D'UN ECHANTILLON DE MATERIAU SOLIDE

5 L'invention concerne un dispositif et un procédé pour générer des variations intenses et brèves, mais néanmoins prédéterminées et contrôlées, de pression magnétique –notamment d'au moins un gigapascal et pouvant aller jusqu'à cinq terapascals, en une durée pouvant être comprise entre 1ns et 500ns- au sein d'un échantillon de matériau solide.

10 L'application de telles variations intenses et brèves de pression au sein d'un matériau solide permet notamment d'en étudier le comportement et d'analyser les phénomènes divers et complexes qui peuvent intervenir lorsque ce matériau solide est soumis à des sollicitations extrêmes (changements de phase, détermination des équations d'état et des lois de  
15 comportement, dégradations, instabilités, ruptures...).

Les dispositifs connus permettant de générer des variations intenses et brèves au sein des matériaux solides (cf. "COMPORTEMENT DYNAMIQUE SOUS CHOC DE LA MATIERE" R. Dorneval et *al*, Revue Scientifique et Technique de la Direction des applications militaires, numéro 5,  
20 septembre 1992, pp 77-90) consistent en des générateurs de chocs (lanceurs, explosifs, canons électromagnétiques...) ou des presses à enclume de diamant. Dans le premier cas, il est extrêmement difficile de contrôler avec précision les paramètres du profil de pression, et il n'est pas possible de générer des variations de pression isentropiques. En particulier, on connaît un canon électrique  
25 comprenant une ligne plate parallèle alimentée par un générateur d'impulsions de courant électrique pour faire exploser une feuille d'aluminium découpant et projetant un disque d'isolant à haute vitesse. L'explosion de la feuille intervient essentiellement sous l'effet de l'énergie thermique résultant de la montée de l'intensité du courant, qui dure plus de 600ns et circule dans toute l'épaisseur de  
30 la feuille qui est inférieure à l'épaisseur de peau. Les presses à enclume de diamant quant à elles sont des dispositifs extrêmement complexes et coûteux qui, de surcroît, présentent l'inconvénient de ne laisser que peu d'espace libre autour

de l'échantillon, de sorte que les possibilités d'analyse du comportement mécanique sont limitées.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients en proposant un dispositif et un procédé permettant de générer des variations  
5 intenses et brèves de pression magnétique selon une intensité et une durée prédéterminées contrôlées, la durée étant inférieure à 500ns, au sein d'un échantillon de matériau solide, et ce aussi bien avec des variations de pression magnétique qui peuvent être isentropiques qu'en régime de choc (onde de choc) contrôlé, de façon simple, peu coûteuse, tout en laissant libre l'espace autour de  
10 l'échantillon de façon à en permettre l'analyse.

L'invention vise en particulier à proposer un dispositif peu encombrant et ayant une faible consommation énergétique au regard de ses performances.

L'invention vise plus particulièrement à proposer un  
15 dispositif et un procédé générant un champ de pression sensiblement uniforme au sein de l'échantillon.

L'invention vise plus particulièrement à proposer un dispositif et un procédé permettant d'atteindre, au sein d'un échantillon de matériau solide, des variations de pression prédéterminées comprises entre 1GPa  
20 et 5TPa –notamment entre 100GPa et 1TPa- en une durée comprise entre 1ns et 500ns –notamment comprise entre 10ns et 300ns-.

L'invention vise encore plus particulièrement à proposer un dispositif tel que mentionné ci-dessus, de type électromagnétique et d'encombrement total inférieur à 100m<sup>3</sup> –notamment de l'ordre de 1m<sup>3</sup>-, et  
25 développant une énergie dans la cellule électromagnétique inférieure à 500 kJ –notamment de l'ordre de 10kJ-.

Pour ce faire, l'invention concerne un dispositif apte à générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques, au sein d'un échantillon de matériau  
30 solide, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de génération d'impulsions de courant électrique du type dits à haute puissance pulsée et une cellule électromagnétique reliée aux moyens de génération d'impulsions de courant

électrique, cette cellule électromagnétique portant l'échantillon et étant adaptée pour que l'échantillon soit soumis à des impulsions d'énergie électromagnétique résultant de l'application à la cellule électromagnétique d'impulsions de courant électrique issues des moyens de génération d'impulsions de courant électrique, en

5 ce que la cellule électromagnétique comprend une ligne plate parallèle de matériau conducteur comprenant deux branches en forme de plaques planes, de mêmes formes et dimensions, séparées l'une de l'autre d'une distance inférieure ou égale à 3mm -notamment inférieure à 1mm-, dont l'une porte l'échantillon fixé rigidement sur cette branche en partie au moins sensiblement centrale, ces

10 deux branches étant reliées électriquement l'une de l'autre par une bande de jonction d'extrémité, et électriquement reliées, à l'opposé de la bande de jonction d'extrémité, aux moyens de génération d'impulsions de courant électrique, de façon à permettre l'établissement d'un courant électrique circulant depuis les

15 moyens de génération d'impulsions de courant électrique dans une branche, puis dans la bande d'extrémité, puis dans l'autre branche pour revenir aux moyens de génération d'impulsions de courant électrique, et en ce que les moyens de génération d'impulsions de courant électrique et la cellule électromagnétique sont adaptés pour que le temps de montée  $\tau$  dans lequel le carré de l'intensité du

20 courant électrique circulant dans la cellule électromagnétique passe de 10% à 90% de sa valeur maximale  $I_{\max}^2$  soit compris entre 1ns et 500ns. Avantageusement et selon l'invention, le temps de montée  $\tau$  est compris entre 10ns et 300ns.

Avantageusement et selon l'invention, la cellule électromagnétique est adaptée pour présenter une inductance inférieure à 4nH

25 -notamment inférieure à 2nH-.

En outre, avantageusement et selon l'invention, les deux branches sont isolées l'une de l'autre, non pas par le vide, mais par un matériau diélectrique -notamment un matériau diélectrique solide ou un matériau diélectrique solide/liquide-.

30 Le matériau diélectrique doit être choisi de façon à présenter une rigidité diélectrique impulsionnelle (champ électrique impulsionnel

maximum qu'il peut supporter par unité d'épaisseur sans claquage) adaptée aux performances recherchées.

Avantageusement et selon l'invention, le matériau diélectrique présente une rigidité diélectrique impulsionnelle supérieure à 100kV/mm. En outre, avantageusement et selon l'invention, le matériau diélectrique s'étend latéralement au-delà des branches pour empêcher les claquages de bordure.

Avantageusement et selon l'invention, le matériau diélectrique peut être choisi parmi un polyimide, un polyester ou un polyéthylène haute densité.

Dans l'invention, l'échantillon, dans lequel les variations de pression doivent être générées, est fixé rigidement et directement sur une branche de la ligne plate parallèle formant la cellule électromagnétique. De la sorte, on peut générer en particulier des variations de pression pouvant être isentropiques intenses et brèves de caractéristiques (valeur de pression et durée) prédéterminées, de façon contrôlée, simplement et avec précision. Il est à noter que ces variations de pression résultent essentiellement non pas d'un effet électromécanique ou thermique (effet Joule), mais essentiellement des forces magnétiques résultant du courant électrique établi et circulant dans la ligne avec un temps de montée suffisamment bref (de l'ordre de ou inférieur à 500ns) pour que l'énergie des forces magnétiques soit prépondérante par rapport à l'énergie thermique dont l'apparition est plus lente. L'invention permet ainsi, de façon inattendue, de générer des profils de pression extrêmement intenses et brefs mais néanmoins uniformes et contrôlés dans l'échantillon et à partir d'une puissance électrique relativement faible pouvant être fournie par une source de faible coût et de faible encombrement.

Il est à noter en particulier que le choix d'une ligne plate parallèle en boucle (et non d'une structure électromagnétique coaxiale) combiné à une isolation par un matériau diélectrique (et non une isolation sous vide par isolement magnétique) permet en fait de diminuer l'espace entre les branches à une valeur très faible correspondant à une impédance de ligne également faible.

Avantageusement et selon l'invention, lorsque les branches sont isolées par un matériau diélectrique, la distance entre les deux branches est inférieure à 1mm —notamment de l'ordre de 500 $\mu$ m-. La cellule électromagnétique peut alors être adaptée pour présenter une inductance inférieure à 2nH. Ainsi, bien que l'isolation sous vide soit a priori considérée comme meilleure et nécessaire pour les valeurs intenses de pression magnétique, et donc d'intensité de courant et de champ magnétique, puisqu'elle n'impose pas de limite de rigidité diélectrique, l'invention a mis en évidence qu'il est au contraire préférable d'opter pour une ligne plate avec une isolation par un matériau diélectrique qui permet de diminuer la valeur de l'inductance, ce qui s'avère en pratique prépondérant, malgré le fait que la rigidité diélectrique du matériau diélectrique limite les performances du dispositif.

De surcroît, le champ de pression magnétique créé est très homogène (alors qu'il varie selon le carré de la distance radiale dans une structure électromagnétique coaxiale).

En outre, avantageusement et selon l'invention, les moyens de génération d'impulsions de courant électrique comportent :

- au moins un générateur d'impulsions de courant électrique à haute puissance pulsée comprenant deux électrodes de sortie, dites première et deuxième électrodes de sortie,

- une ligne de liaison électrique comprenant une première plaque conductrice s'étendant entre la première électrode de sortie de chaque générateur et l'une des branches de la cellule électromagnétique, et une deuxième plaque conductrice s'étendant entre la deuxième électrode de sortie et l'autre branche de la cellule électromagnétique. Avantageusement et selon l'invention, les plaques de la ligne de liaison sont globalement de mêmes formes et dimensions, parallèles l'une de l'autre, superposées en regard l'une de l'autre, séparées et isolées l'une de l'autre. Avantageusement et selon l'invention, les plaques de la ligne de liaison s'étendent dans le prolongement des branches de la cellule électromagnétique. Avantageusement et selon l'invention, la ligne de liaison est adaptée pour présenter une inductance inférieure à 5nH. Une telle

ligne de liaison permet aussi de minimiser l'inductance en sortie du(des) générateur(s) et d'obtenir des performances accrues.

Avantageusement et selon l'invention, la section droite transversale de la bande de jonction perpendiculairement au sens du courant électrique est plus petite que la section droite transversale cumulée des premières ou des deuxièmes électrodes, de sorte que la densité de courant électrique atteint sa valeur maximum dans la bande de jonction. En particulier, la largeur (plus grande dimension perpendiculairement à la direction de circulation du courant électrique) de la bande de jonction est inférieure à la largeur cumulée des premières électrodes ou des deuxièmes électrodes.

Avantageusement, le dispositif est caractérisé en ce que les deux branches sont rectangulaires, la bande de jonction reliant deux bords rectilignes des deux branches, et en ce que les plaques de la ligne de liaison électrique sont de forme convergente en largeur et/ou en épaisseur, de sorte que la densité de courant est de valeur maximum dans les branches de la cellule électromagnétique.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, les moyens de génération d'impulsions de courant électrique comprennent au moins un éclateur multicanaux apte à répartir l'énergie électrique selon la section droite transversale -notamment selon la largeur- des branches de la cellule électromagnétique. De la sorte, on minimise encore l'inductance en sortie du(des) générateur(s). Avantageusement et selon l'invention, un éclateur multicanaux est interposé entre chaque générateur et la cellule électromagnétique.

Avantageusement et selon l'invention, pour chaque générateur, un éclateur multicanaux individuel est interposé entre la première électrode de sortie de ce générateur et la première plaque de la ligne de liaison. Il y a alors autant d'éclateur(s) qu'il y a de générateur(s).

Avantageusement et selon l'invention, le dispositif comprend plusieurs éclateurs en parallèle -notamment plusieurs générateurs en parallèle et plusieurs éclateurs en parallèle, un pour chaque générateur-.

Dans une variante avantageuse de l'invention, le dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend au moins un groupe de plusieurs générateurs

et en ce qu'un éclateur multicanaux commun est interposé entre toutes les premières électrodes des générateurs du même groupe et la première plaque de la ligne de liaison. De la sorte, la commande de commutation est simplifiée.

Par ailleurs, dans le cas notamment où les valeurs de tension électrique sont très élevées (notamment supérieures à 50kV), le dispositif comprend, avantageusement et selon l'invention, au moins un éclateur multi-étages série, c'est-à-dire un éclateur comprenant plusieurs étages successifs en série.

Avantageusement et selon l'invention, l'échantillon est placé et fixé rigidement dans un logement de la branche qui le porte.

Dans une première variante selon l'invention, le logement débouche du côté de l'espace séparant les deux branches l'une de l'autre, de sorte qu'un échantillon en matériau conducteur peut être placé dans le logement, de façon à être en liaison électrique avec la branche qui le porte, cet échantillon ayant une face au contact de l'espace séparant les deux branches l'une de l'autre -notamment au contact du matériau diélectrique-.

Dans une deuxième variante selon l'invention, le logement présente un fond formant une paroi conductrice apte à séparer un échantillon en matériau non conducteur ou mauvais conducteur placé dans le logement, de l'espace séparant les deux branches l'une de l'autre -notamment du matériau diélectrique-. Avantageusement et selon l'invention, la paroi conductrice présente une épaisseur inférieure à celle de la branche qui la porte. La paroi conductrice est en matériau solide rigide faisant office de poussoir transmettant la poussée magnétique résultant du courant électrique circulant dans la ligne, à l'échantillon dont une face est au contact de la paroi conductrice.

Avantageusement et selon l'invention, le dispositif comprend des moyens permettant d'ajuster la valeur de l'inductance de la cellule électromagnétique et/ou celle des moyens de génération d'impulsions de courant électrique. En particulier, avantageusement et selon l'invention, le dispositif comprend des moyens permettant d'ajuster la distance entre les deux branches. On peut aussi interposer une inductance variable sur la ligne de liaison ou sur l'une ou l'autre des deux branches. L'ajustement de l'inductance permet de faire

varier d'une part, la valeur maximum de l'intensité du courant créé dans la cellule électromagnétique sous l'effet d'une impulsion de courant, et d'autre part, le temps de montée  $\tau'$  de cette intensité. En effet, on peut écrire :

$$U \approx LI_{\max}/\tau' \text{ et } \tau' \approx \pi/2 \sqrt{L'C}$$

5 où  $\tau'$  est le temps de montée de l'intensité du courant dans lequel elle passe de 10% à 90% de sa valeur maximale  $I_{\max}$ ,

U est la tension impulsionnelle,

L est l'inductance vue par la tension U,

10  $I_{\max}$  est l'intensité du courant maximale atteinte sous l'effet de la tension U,

C est la capacité équivalente des moyens de génération d'impulsions de courant électrique,

et L' est l'inductance équivalente totale de l'ensemble du dispositif (moyens de génération et cellule).

15 Pour obtenir un temps de montée  $\tau$  du carré de l'intensité de l'ordre de ou inférieur à 500ns -notamment entre 10ns et 300ns-, il suffit en pratique d'utiliser des générateurs et des éclateurs suffisamment performants. De tels générateurs et éclateurs sont connus en eux-mêmes.

Avantageusement et selon l'invention, le dispositif est  
20 adapté pour que la valeur maximale  $I_{\max}$  du courant électrique établi dans la cellule électromagnétique soit supérieure à 1MA -notamment de l'ordre de 2 à 11MA-. La tension U est quant à elle adaptée selon l'intensité maximum recherchée  $I_{\max}$  et en fonction de l'inductance de la cellule électro-magnétique, du temps de montée  $\tau$  (ou  $\tau'$ ), et de la rigidité diélectrique de l'isolant.

25 Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, le dispositif comporte des moyens d'analyse du comportement mécanique de l'échantillon -notamment par interférométrie Doppler laser-. Ces moyens d'analyse peuvent aisément être disposés en regard du logement dans lequel l'échantillon est fixé.

30 L'invention s'étend également à un procédé pouvant être mis en œuvre avec un dispositif selon l'invention.

L'invention concerne ainsi un procédé pour générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques, dans un échantillon de matériau solide, caractérisé en ce qu'on fixe rigidement l'échantillon sur une branche d'une cellule électromagnétique d'un dispositif selon l'invention, et on commute les moyens de  
5 génération d'impulsions de courant électrique de façon à entraîner dans la cellule électromagnétique l'établissement d'un courant électrique apte à générer des forces de pression magnétique au sein de l'échantillon, le temps de montée  $\tau$  du carré de l'intensité du courant électrique étant compris entre 1ns et 500ns  
10 -notamment entre 10ns et 300ns-.

Dans un procédé selon l'invention, on adapte les caractéristiques du dispositif selon l'invention selon les caractéristiques des variations de pression magnétique que l'on souhaite créer au sein de l'échantillon.

L'invention concerne aussi un dispositif et un procédé  
15 caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

20 - la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un dispositif selon un premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon l'invention de la figure 1,

- la figure 3 est une vue schématique en perspective  
25 illustrant la connexion d'un générateur à sortie coaxiale à une cellule électromagnétique d'un dispositif selon l'invention,

- la figure 4 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une cellule électromagnétique selon une variante d'un dispositif selon l'invention adaptée au cas d'un échantillon non conducteur ou mauvais  
30 conducteur,

- la figure 5 est une vue schématique de dessus d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 6 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une cellule électromagnétique selon une variante d'un dispositif selon l'invention doté de moyens d'ajustage de l'inductance,

- la figure 7 est une vue schématique en perspective d'un  
5 dispositif selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

Sur les figures, les échelles –notamment en épaisseur– ne sont pas respectées, et ce, à des fins d'illustration.

Le dispositif selon l'invention représenté figure 1 comprend une cellule électromagnétique 1, un ensemble de générateurs 2 d'impulsions de  
10 courant électrique à haute puissance pulsée, et, entre cet ensemble de générateurs 2 et la cellule 1, une ligne de liaison 3. La cellule électromagnétique 1 comprend une ligne plate parallèle de matériau électriquement conducteur comprenant deux branches 4, 5 en forme de plaques planes rectangulaires parallèles l'une à l'autre, superposées en regard l'une de l'autre et séparées l'une de l'autre d'une distance  
15 inférieure ou égale à 1mm par une couche d'isolant 6 formée d'un matériau diélectrique solide. Les deux branches 4, 5 sont reliées électriquement l'une à l'autre par une bande de jonction 7 qui s'étend entre les deux bords rectilignes extrêmes 8, 9 des branches 4, 5. Les deux branches 4, 5 et la bande de jonction 7 forment ainsi une ligne plate parallèle en forme générale de boucle ouverte dont  
20 la section longitudinale a globalement la forme d'une épingle à cheveux (figure 2). Dans l'exemple représenté, la bande de jonction 7 est aussi en forme de plaque perpendiculaire aux deux branches 4, 5. Il est à noter néanmoins que cette bande de jonction 7 pourrait, en variante non représentée, présenter une section courbe, par exemple demi-circulaire, ou toute autre forme.

25 A l'opposé de la bande de jonction 7, chacune des branches 4, 5 est électriquement reliée à l'extrémité de plaques en matériau électriquement conducteur 10, respectivement 11, formant la ligne de liaison 3, à savoir une première plaque 10 reliée aux premières électrodes 12 des générateurs 2, et une deuxième plaque 11 reliée aux deuxièmes électrodes 13 des générateurs. Une  
30 couche d'isolant 14 en matériau diélectrique solide est également interposée entre les deux plaques 10, 11 de la ligne de liaison 3. La première plaque 10 est dotée d'un éclateur 15 de surface multicanaux multi-étages permettant de réaliser la

commutation. Un tel éclateur de surface est connu en lui-même (cf. "Low inductance triggered multichannel surface switch for inductive energy storage generator" B. Etlicher et *al*, 10<sup>th</sup> IEEE Pulsed power conference Albuquerque New Mexico, 1995 p.243). Chaque étage de l'éclateur 15 comprend une coupure 16 ménagée dans la plaque 10 selon toute sa largeur, une feuille d'isolant 17 s'étendant entre les deux bords de la plaque 10 en regard séparés par ladite coupure 16, et une électrode 18 de déclenchement en forme générale de peigne insérée au sein de l'isolant 14 sous la coupure 16. Cette électrode 18 est reliée à un déclencheur 19 apte à polariser l'électrode 18 à une tension élevée adaptée pour entraîner le claquage entre les deux bords de la coupure 16 le long de la surface de la feuille d'isolant 17, et l'établissement de plusieurs lignes de courant électrique parallèles entre les deux bords de la coupure 16, parallèlement aux dents du peigne formant l'électrode 18. Le déclencheur 19 est donc essentiellement une source de tension impulsionnelle de plusieurs dizaines de kilovolts, mais qui n'a pas à délivrer une puissance électrique importante.

Le nombre d'étages 15a, 15b de l'éclateur 15 placés en série successivement dépend notamment de la valeur de la tension électrique impulsionnelle qui doit être appliquée à la cellule électromagnétique 1 par les générateurs 2. En effet, lorsque cette valeur est trop importante, il est nécessaire de réaliser la commutation successivement d'un étage à l'autre, par des plaques intermédiaires polarisées par des tensions intermédiaires. Dans l'exemple représenté, l'éclateur 15 comprend deux étages successifs 15a, 15b, et la plaque intermédiaire 20 séparant ces deux étages est polarisée à une tension intermédiaire entre celle délivrée par la première électrode 12 et celle de la deuxième électrode 13 reliée à la masse, des générateurs 2, et ce, notamment par un pont diviseur comprenant deux résistances 21, 22 de valeurs très élevées (très supérieures à l'ensemble de la résistance de la ligne de liaison 3 et de la cellule électromagnétique 1) dont l'une 21 relie la première électrode 12 à la plaque intermédiaire 20, tandis que l'autre 22 relie la plaque intermédiaire 20 à la masse. Chaque étage 15a, 15b comprend une électrode 18a, 18b de déclenchement en forme de peigne (représentée en pointillés figure 1) reliée au déclencheur 19, comme décrit ci-dessus.

Un échantillon 23 de matériau solide est fixé rigidement à l'une 4 des branches de la cellule électromagnétique 1. Pour ce faire, cette branche 4 comprend un logement ménagé en creux pour recevoir l'échantillon 23. Ce logement, et donc l'échantillon 23, est disposé en position au moins  
5 sensiblement médiane sur la branche 4, c'est-à-dire au moins sensiblement au milieu de sa largeur. De préférence, avantageusement et selon l'invention, le logement et l'échantillon 23 sont disposés au moins sensiblement en partie centrale de la branche 4.

Si l'échantillon 23 est en matériau conducteur, le logement  
10 qui le reçoit peut être ménagé dans toute l'épaisseur de la branche 4, c'est-à-dire jusqu'à la couche d'isolant 6, le courant électrique pouvant être véhiculé par l'échantillon 23 lui-même, comme cela est représenté dans la variante de la figure 6. Dans le cas contraire (variante de la figure 4), le logement n'est pas  
15 entièrement traversant et une paroi conductrice 24 forme un fond de logement pour séparer la couche d'isolant 6 de l'échantillon 23 et assurer le passage du courant électrique en regard de la face de l'échantillon 23 au contact du fond 24. L'épaisseur de ce fond 24 peut être extrêmement faible, et, par exemple, correspondre à l'épaisseur de peau dans laquelle le courant circule dans la  
branche 4.

20 Pour former le logement recevant l'échantillon 23 et la paroi de fond 24, il suffit de réaliser un creusement dans l'épaisseur de la branche 4, de dimensions appropriées.

L'échantillon 23 comprend une paroi de fond 25 d'épaisseur constante relativement fine (en général de quelques dixièmes de millimètres) au  
25 sein de laquelle un champ de pression magnétique va être créé lorsque le courant électrique s'établira à travers la cellule électromagnétique 1, avant la destruction de l'échantillon 23 de matériau solide. Cette paroi de fond 25 est prolongée périphériquement vers le haut et latéralement au-dessus de la branche 4, en forme de collet 26, ce collet 26 constituant une couronne qui permet la fixation de  
30 l'échantillon 23 à la branche 4 par l'intermédiaire de vis 27.

En variante non représentée, pour fixer l'échantillon 23, il est possible de prévoir une pièce distincte de l'échantillon 23 lui-même formant une couronne de fixation similaire à celle formée par le collet 26.

La cellule électromagnétique 1 présente une largeur, perpendiculairement au sens de circulation du courant électrique provenant des générateurs 2, qui est inférieure à la largeur de la ligne de liaison 3 et à la largeur cumulée des électrodes 12, 13 des générateurs 2. Plus généralement, la largeur de la bande de jonction 7 est inférieure à la largeur cumulée des premières électrodes 12 ou à la largeur cumulée des deuxièmes électrodes 13. De la sorte, la densité de courant augmente entre les générateurs 2 et la bande de jonction 7, c'est-à-dire entre les générateurs 2 et la cellule électromagnétique 1, dans laquelle la densité de courant est maximum.

Comme on le voit figure 1, les électrodes 12, 13 des générateurs 2 sont simplement placées au contact des plaques 10, 11 conductrices de la ligne de liaison 3.

Dans le cas où l'on souhaite employer un ou plusieurs générateurs 2 ayant, non pas des électrodes planes, mais une sortie coaxiale, il suffit de transformer cette sortie coaxiale 28 en deux électrodes planes 29, 30 comme représenté figure 3, en conservant la valeur de l'aire de la section droite transversale des électrodes.

La configuration des générateurs 2, de la ligne de liaison 3, et des moyens 15 de commutation à éclateurs, peut faire l'objet de nombreuses variantes. Ainsi, sur la figure 5, on a représenté schématiquement, vu de dessus, trois générateurs 2 associés chacun à un éclateur 15 de surface individuelle, selon trois branches parallèles de la ligne de liaison 3 qui se rejoignent les unes aux autres dans le plan pour former la cellule électromagnétique 1 portant l'échantillon 23. Sur la figure 7, on a représenté un autre mode de réalisation comprenant également trois générateurs 2 associés chacun à un éclateur en volume du type dit éclateur carré 31. Chacun des trois éclateurs 31 est relié à l'une des trois branches perpendiculaires formant la ligne de liaison 3 en forme générale de T. La cellule électromagnétique 1 est placée en prolongement de la jonction des trois branches de la ligne de liaison 3, dans le prolongement de la

branche principale médiane du T qui est perpendiculaire aux autres. Les éclateurs carrés 31 sont des éclateurs en volume multicanaux multi-étages, et peuvent être par exemple réalisés comme décrit dans la publication "Multi gap, multi channel spark switches" Kim A. A. et *al*, 11<sup>th</sup> IEEE Pulsed power conference Baltimore, Maryland, 1997 p. 862). Toute autre forme de réalisation d'éclateurs multicanaux peut être utilisée.

La couche d'isolant 6 séparant les deux branches 4, 5 de la cellule électromagnétique, ainsi que la couche d'isolant 14 séparant les plaques 10, 11 de la ligne de liaison 3, débord latéralement sur le côté sur une distance suffisante, de façon à éviter tout phénomène de claquage de bord.

Comme on le voit figure 2, l'épaisseur de la couche d'isolant 6 de la cellule électromagnétique 1 correspondant à la distance entre les deux branches 4, 5 de la cellule électromagnétique 1, est inférieure à celle de la couche d'isolant 14 correspondant à la distance entre les deux plaques 10, 11 de la ligne de liaison 3. En effet, la distance séparant les deux branches 4, 5 de la cellule électromagnétique 1 est aussi faible que possible. Dans le cas où l'on utilise une couche d'isolant 6 formée d'un matériau diélectrique solide ou solide/liquide, disposé en une ou plusieurs couche(s), cette distance peut être inférieure à 1mm, par exemple de l'ordre de 500µm. Une telle distance extrêmement faible a pour effet de diminuer fortement l'inductance de la cellule électromagnétique 1, et donc l'énergie requise pour établir un courant d'intensité élevée en un temps de montée  $\tau$  du carré de l'intensité inférieur à 500ns – notamment inférieur à 300ns- au sein de la cellule électromagnétique 1, cette intensité élevée étant elle-même adaptée à créer un champ de pression magnétique intense au sein de l'échantillon 23. Il est à noter à cet égard que contrairement à ce qui est représenté, l'épaisseur de l'isolant 6 peut être inférieure à celle des branches 4, 5.

Les équations simplifiées permettant de décrire approximativement le fonctionnement d'une telle cellule électromagnétique 1 sont les suivantes.

U étant la tension purement inductive appliquée entre les deux branches 4, 5, L étant l'inductance totale de la cellule électromagnétique 1,

$I_{\max}$  étant l'intensité maximale du courant électrique établi d'une cellule électromagnétique 1,  $\tau'$  étant le temps de montée de l'intensité électrique du courant de 10% à 90% de sa valeur maximale  $I_{\max}$ , B étant la valeur maximale du champ magnétique,  $\mu$  étant la perméabilité magnétique du milieu, e étant la distance entre les branches 4, 5,  $E_m$  étant la rigidité diélectrique du matériau formant la couche d'isolant 6 (c'est-à-dire le champ électrique maximum de claquage par unité de longueur dans le sens de l'épaisseur),  $\ell$  étant la largeur de la cellule électromagnétique 1 supposée être égale à sa longueur, C étant la capacité équivalente des moyens de générations, et L' étant l'inductance équivalente totale de l'ensemble du dispositif (moyens de génération d'impulsions de courant électrique et cellule électromagnétique). Dans l'hypothèse où la longueur de la cellule électromagnétique est égale à sa largeur, on obtient :

$$U \approx L \cdot I_{\max} / \tau'$$

$$B \approx \mu \cdot I_{\max} / \ell$$

$$L \approx \mu \cdot e$$

$$U \approx E_m \cdot e$$

$$I_{\max} \approx E_m \cdot \frac{\tau'}{\mu} \approx U \cdot \tau' / \mu \cdot e$$

$$\tau' \approx \pi/2 \sqrt{L' \cdot C}$$

Compte tenu des équations de Maxwell, on sait que la pression magnétique qui sera engendrée au sein de l'échantillon 23 est proportionnel à  $I^2$ , où I est l'intensité du courant électrique.

Ainsi, la pression maximale engendrée dans l'échantillon 23 sera d'autant plus grande que la rigidité diélectrique  $E_m$  de l'isolant sera forte et que l'épaisseur e entre les branches 4, 5 sera faible. Néanmoins, la tension maximum qu'il est possible d'appliquer à la cellule électromagnétique 1 est limitée par la valeur du produit de  $E_m$  par e.

Il est à noter que la rigidité diélectrique  $E_m$  du matériau considéré est la rigidité diélectrique impulsionnelle. En pratique, on connaît certains matériaux solides et certains matériaux formés d'un mélange solide/liquide (solide imbibé d'un liquide) qui présentent des rigidités

diélectriques supérieures à 100 kV/mm en régime impulsionnel d'une durée de l'ordre de la microseconde, tel que le Kapton (marque enregistrée) commercialisé par la Société DUPONT DE NEMOURS. Ce matériau est un polyimide.

5 Mais, on peut également utiliser aussi un polyester tel que le Mylar (marque enregistrée) commercialisé également par la Société DUPONT DE NEMOURS, ou un polyéthylène haute densité.

Typiquement, les branches 4, 5 de la cellule électromagnétique 1 peuvent présenter une largeur de l'ordre de quelques millimètres, par exemple 2 à 15mm —notamment de l'ordre de 8mm—. Les  
10 branches de la cellule électromagnétique 1 et la ligne de liaison 3 peuvent être réalisées par exemple en cuivre ou tout autre conducteur de grande qualité.

A titre d'exemple, si  $e=0,1\text{mm}$ ,  $E_m=200\text{kV/mm}$ ,  $I_{\text{max}}=8.10^6\text{A}$ ,  $\tau'=100\text{ns}$ ,  $L=0,25\text{nH}$ ,  $U=20\text{kV}$ ,  $B$  est de l'ordre de 1250 Tesla pour un échantillon de 5mm de diamètre. La pression magnétique maximale générée  
15 au sein du matériau peut être de l'ordre de  $6.10^{11}\text{Pa}$ . L'énergie inductive dans la cellule électromagnétique 1 sera de l'ordre de 8 kJ.

Par ailleurs, on constate que le champ magnétique est extrêmement homogène au sein de l'échantillon 23. Il en va donc de même de l'intensité du courant électrique et du champ de pression magnétique créés.

20 Il est à noter, qu'en variante non représentée, la cellule électromagnétique 1 peut être isolée, non pas par une couche d'isolant 6 de matériau diélectrique, mais en étant placée dans le vide par isolement magnétique. Néanmoins, cette technologie est plus lourde et complexe. En outre, l'isolement magnétique impose de respecter une certaine distance entre les  
25 branches 4, 5 qui, en pratique, est supérieure à 0,5mm. Dès lors, l'inductance de la cellule électromagnétique 1 s'en trouve augmentée d'autant, ainsi que la tension inductive maximum de polarisation de la cellule électromagnétique 1, et donc l'énergie inductive devant être délivrée par les générateurs 2. En pratique, on peut néanmoins augmenter plus fortement la valeur de l'intensité maximale du  
30 courant, et donc de la pression magnétique maximale générée au sein de l'échantillon 23. Typiquement, on peut atteindre aisément des valeurs de  $11.10^{11}\text{Pa}$  avec une énergie inductive de l'ordre de 40 à 80 kJ.

Les générateurs 2 peuvent être formés de simples condensateurs tels que des condensateurs Maxwell n° 37336 ou de tout autre générateur connu à haute puissance pulsée permettant d'obtenir le temps de montée  $\tau$  (ou  $\tau'$ ) et la valeur de tension U et de l'intensité maximale  $I_{\max}$  (avec ou sans système de formation de l'impulsion). De préférence, on utilise les  
5      générateurs ayant les meilleurs rendements, le plus faible encombrement, et la plus faible inductance. Parmi les générateurs pouvant être utilisés, on peut citer : des générateurs de Marx, des transformateurs ; des générateurs à stockage inductif ; des générateurs à stockage capacitif ; des générateurs hybrides à  
10      stockage inductif et capacitif.

L'échantillon 23 est par ailleurs analysé par un dispositif d'analyse 32, par exemple par interférométrie Doppler laser. Il est à noter que l'invention permet de disposer tous dispositifs d'analyse appropriés en regard de l'échantillon 23.

15      Dans un dispositif selon l'invention, l'inductance vue par les générateurs 2 est extrêmement faible, de sorte que l'énergie inductive que ces générateurs 2 doivent produire est également faible. En conséquence, les générateurs peuvent être dimensionnés avec un faible encombrement et une faible puissance de sortie relative. Ainsi, avec des générateurs traditionnels, il est  
20      possible de générer, au sein de l'échantillon 23, des champs de pression magnétique extrêmement élevés sur une durée faible mais ajustable. Ces champs de pression magnétique peuvent être des compressions avec ou sans choc, et qui peuvent être isentropiques, selon les valeurs créées. Selon la tension délivrée par les générateurs, on peut faire varier l'intensité du courant, et donc la valeur de la  
25      pression magnétique maximale, sans faire varier la durée d'application du champ de pression. Si l'on fait varier la distance e entre les branches 4, 5, par exemple avec la variante de dispositif représentée figure 6, on peut alors ajuster la valeur de l'inductance L, donc celle du courant maximum  $I_{\max}$ , et du temps de montée  $\tau'$  (ou  $\tau$ ). Comme on le voit figure 6, la branche 4 est associée à la bande de  
30      jonction 7 par des boulons 33 qui prolongent cette branche 4, et traversent les alésages 34 ménagés à travers la bande de jonction 7 qui est elle-même prolongée

vers le haut. Plusieurs lignes d'alésage 34 sont ménagées dans la bande de jonction 7 selon la distance que l'on souhaite donner entre les branches 4, 5. En variante, il est tout aussi possible de créer une inductance complémentaire dans la ligne de liaison 3 ou dans la cellule électromagnétique 1 en interposant des  
5 moyens formant une inductance variable, par exemple un pont de hauteur réglable.

L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes par rapport aux modes de réalisation décrits et représentés uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

## REVENDICATIONS

1/- Dispositif apte à générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques au sein d'un échantillon (23) de matériau solide, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique du type dits à haute puissance pulsée et une cellule électromagnétique (1) reliée aux moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, cette cellule électromagnétique (1) portant l'échantillon (23) et étant adaptée pour que l'échantillon (23) soit soumis à des impulsions d'énergie électromagnétique résultant de l'application à la cellule électromagnétique (1) d'impulsions de courant électrique issues des moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, en ce que la cellule électromagnétique (1) comprend une ligne plate parallèle de matériau conducteur comprenant deux branches (4, 5) en forme de plaques planes, de mêmes formes et dimensions, séparées l'une de l'autre d'une distance inférieure ou égale à 3mm, dont l'une (4) porte l'échantillon (23) fixé rigidement sur cette branche (4), ces deux branches (4, 5) étant reliées électriquement l'une de l'autre par une bande de jonction (7) d'extrémité, et électriquement reliées, à l'opposé de la bande de jonction (7) d'extrémité, aux moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, de façon à permettre l'établissement d'un courant électrique circulant depuis les moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique dans une branche (4), puis dans la bande d'extrémité (7), puis dans l'autre branche (5) pour revenir aux moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, et en ce que les moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique et la cellule électromagnétique (1) sont adaptés pour que le temps de montée  $\tau$  dans lequel le carré de l'intensité du courant électrique circulant dans la cellule électromagnétique (1) passe de 10% à 90% de sa valeur maximale  $I_{\max}^2$  soit compris entre 1ns et 500ns.

2/- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cellule électromagnétique (1) est adaptée pour présenter une inductance inférieure à 4nH.

3/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les deux branches (4, 5) sont isolées l'une de l'autre par un matériau diélectrique (6).

5 4/ - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le matériau diélectrique (6) est solide ou solide/liquide.

5/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le matériau diélectrique (6) présente une rigidité diélectrique impulsionnelle supérieure à 100 kV/mm.

10 6/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le matériau diélectrique (6) s'étend latéralement au-delà des branches (4, 5) pour empêcher les claquages de bordure.

7/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le matériau diélectrique (6) est choisi parmi un polyimide, un polyester ou un polyéthylène haute densité.

15 8/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la distance entre les deux branches (4, 5) est inférieure à 1mm.

9/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que la cellule électromagnétique (1) est adaptée pour présenter  
20 une inductance inférieure à 2nH.

10/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique comportent :

25 - au moins un générateur (2) d'impulsions de courant électrique à haute puissance pulsée comprenant deux électrodes (12, 13) de sortie, dites première (12) et deuxième (13) électrodes de sortie,

30 - une ligne de liaison (3) électrique comprenant une première plaque (10) conductrice s'étendant entre la première électrode (12) de sortie de chaque générateur (2) et l'une (4) des branches de la cellule électromagnétique (1), et une deuxième plaque (11) conductrice s'étendant entre la deuxième électrode (13) de sortie et l'autre (5) branche de la cellule électromagnétique (1).

11/ - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que la section droite transversale de la bande de jonction (7) perpendiculairement au sens du courant électrique est plus petite que la section droite transversale cumulée des premières (12) ou des deuxièmes (13) électrodes, de sorte que la densité de courant électrique atteint sa valeur maximum dans la bande de jonction (7).

12/ - Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la largeur de la bande de jonction (7) est inférieure à la largeur cumulée des premières électrodes (12) ou des deuxièmes électrodes (13).

13/ - Dispositif selon l'une des revendications 11 et 12, caractérisé en ce que les deux branches (4, 5) sont rectangulaires, la bande de jonction (7) reliant deux bords rectilignes (8, 9) des deux branches (4, 5), et en ce que les plaques (10, 11) de la ligne de liaison (3) électrique sont de forme convergente en largeur et/ou en épaisseur, de sorte que la densité de courant est de valeur maximum dans les branches (4, 5) de la cellule électromagnétique (1).

14/ - Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que les plaques (10, 11) de la ligne de liaison (3) sont globalement de mêmes formes et dimensions, parallèles l'une de l'autre, superposées en regard l'une de l'autre, séparées et isolées l'une de l'autre.

15/ - Dispositif selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que les plaques (10, 11) de la ligne de liaison (3) s'étendent dans le prolongement des branches (4, 5) de la cellule électromagnétique (1).

16/ - Dispositif selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la ligne de liaison (3) est adaptée pour présenter une inductance inférieure à 5nH.

17/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que les moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique comprennent au moins un éclateur (15, 31) multicanaux apte à répartir l'énergie électrique selon la section droite transversale des branches (4, 5) de la cellule électromagnétique (1).

18/ - Dispositif selon les revendications 10 et 17, caractérisé en ce qu'un éclateur multicanaux (15, 31) est interposé entre chaque générateur (2) et la cellule électromagnétique (1).

5 19/ - Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que pour chaque générateur (2), un éclateur multicanaux (15, 31) individuel est interposé entre la première électrode (12) de sortie de ce générateur (2) et la première plaque (10) de la ligne de liaison (3).

20/ - Dispositif selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un groupe de plusieurs générateurs (2) et en ce qu'un éclateur multicanaux (15) commun est interposé entre toutes les  
10 premières électrodes (12) des générateurs (2) du même groupe et la première plaque (10) de la ligne de liaison (3).

21/ - Dispositif selon l'une des revendications 17 à 20, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un éclateur (15, 31) multi-étages série.

15 22/ - Dispositif selon l'une des revendications 17 à 21, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs éclateurs (15, 31) en parallèle.

23/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que l'échantillon (23) est placé et fixé rigidement dans un logement de la branche (4) qui le porte.

20 24/ - Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que le logement débouche du côté de l'espace séparant les deux branches (4, 5) l'une de l'autre, de sorte qu'un échantillon (23) en matériau conducteur peut être placé dans le logement, de façon à être en liaison électrique avec la branche (4) qui le porte, cet échantillon (23) ayant une face au contact de l'espace séparant les  
25 deux branches (4, 5) l'une de l'autre -notamment au contact du matériau diélectrique (6)-.

25/ - Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que le logement présente un fond (24) formant une paroi conductrice apte à séparer un échantillon (23) ou matériau non conducteur ou en matériau mauvais  
30 conducteur placé dans le logement, de l'espace séparant les deux branches (4, 5) l'une de l'autre -notamment du matériau diélectrique (6)-.

26/ - Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que la paroi conductrice (2, 4) présente une épaisseur inférieure à celle de la branche (4) qui la porte.

27/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 26, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (33, 34) permettant d'ajuster la valeur de l'inductance de la cellule électromagnétique (1) et/ou des moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique.

28/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 27, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (33, 34) permettant d'ajuster la distance (e) entre les deux branches (4, 5).

29/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 28, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (32) d'analyse du comportement mécanique de l'échantillon (23) –notamment par interférométrie Doppler laser-.

30/ - Procédé pour générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques dans un échantillon (23) de matériau solide, caractérisé en ce qu'on fixe rigidement l'échantillon (23) sur une branche (4) d'une cellule électromagnétique (1) d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 29, et on commute les moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique de façon à entraîner dans la cellule électromagnétique (1) l'établissement d'un courant électrique apte à générer des forces de pression magnétiques au sein de l'échantillon (23), le temps de montée  $\tau$  du carré de l'intensité du courant électrique étant compris entre 1ns et 500ns.



1/5

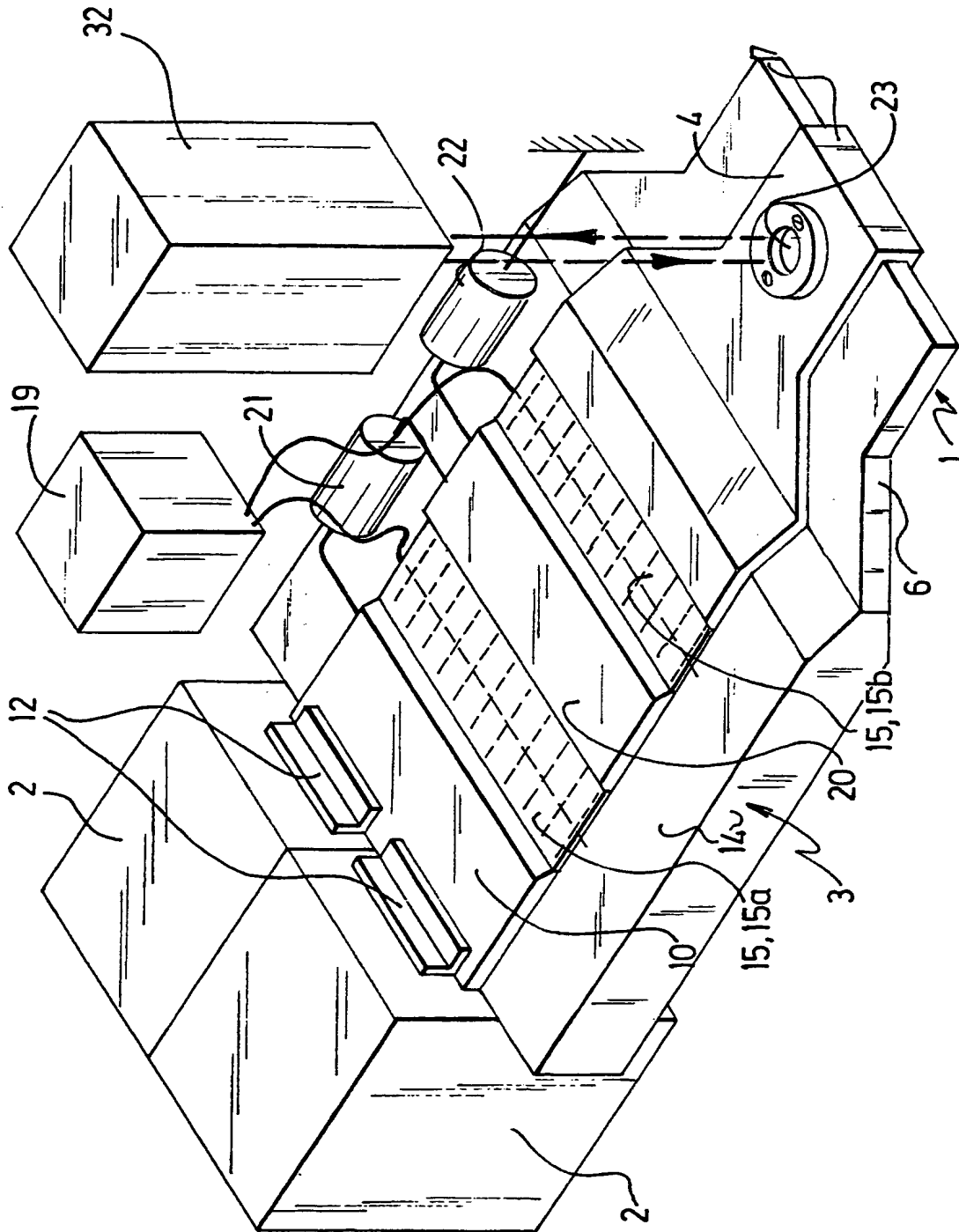


Fig 1







3/5

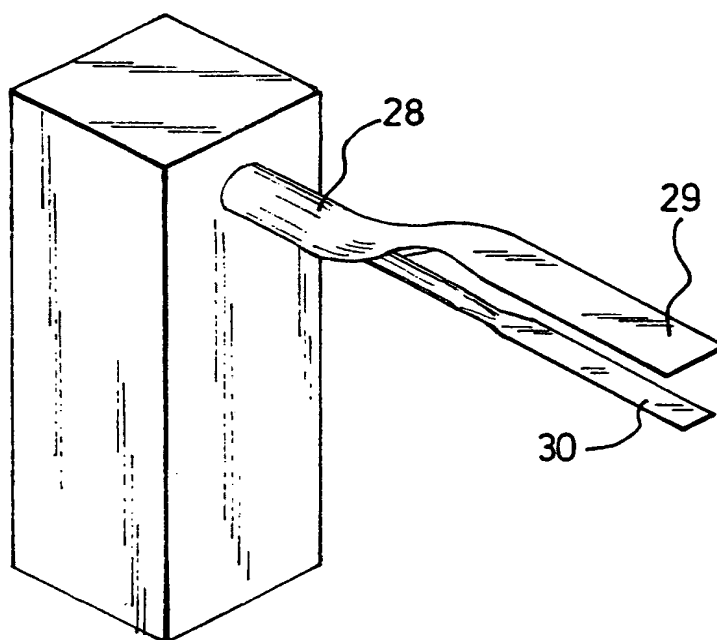


Fig 3

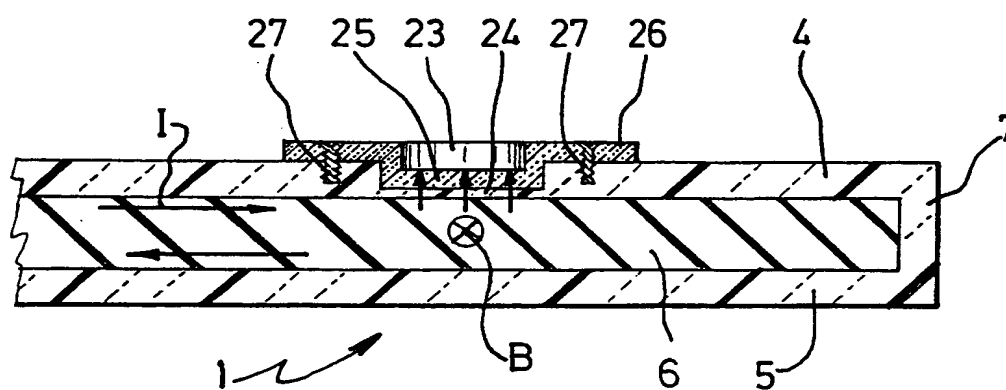


Fig 4



4/5

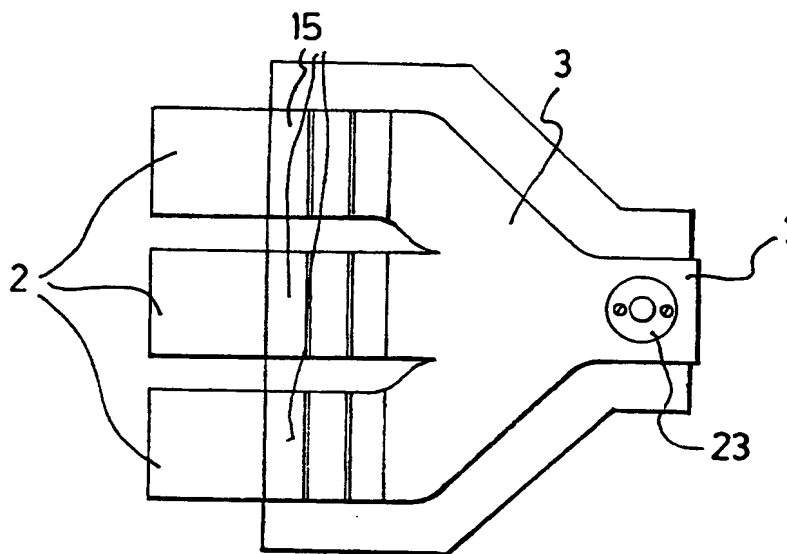


Fig 5

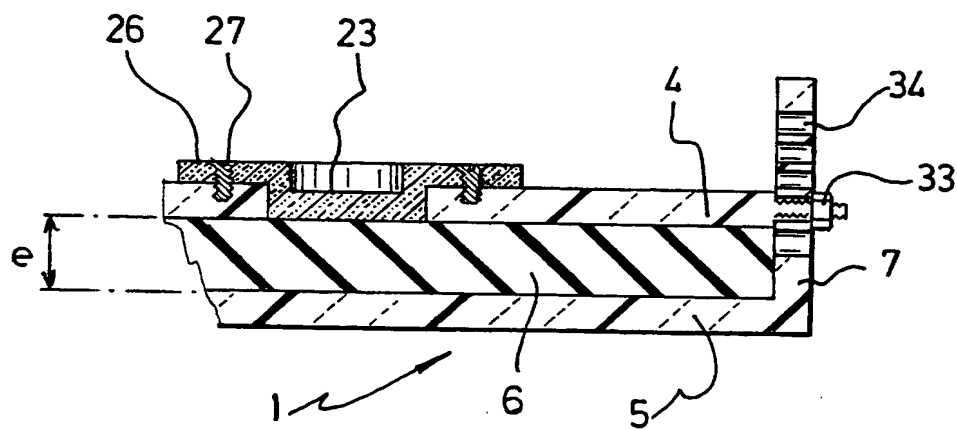


Fig 6



5/5

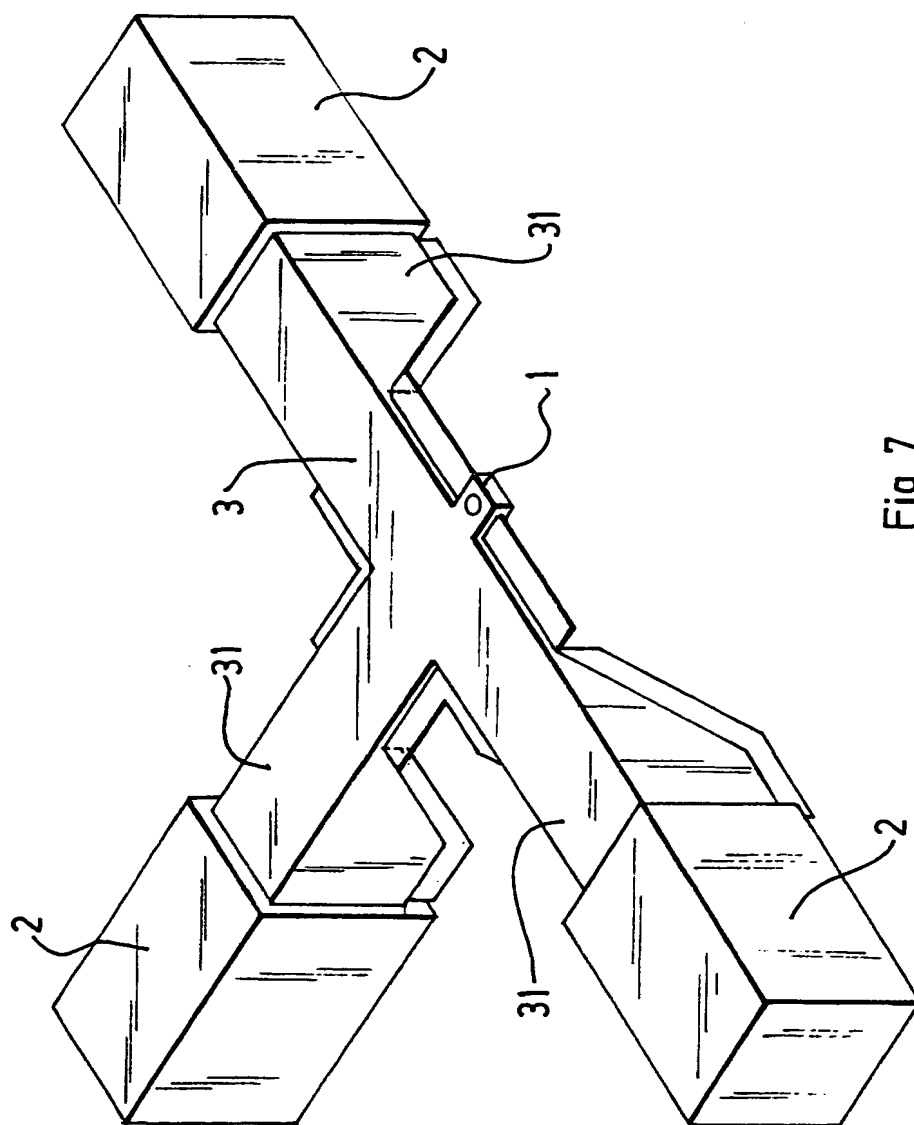


Fig 7



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

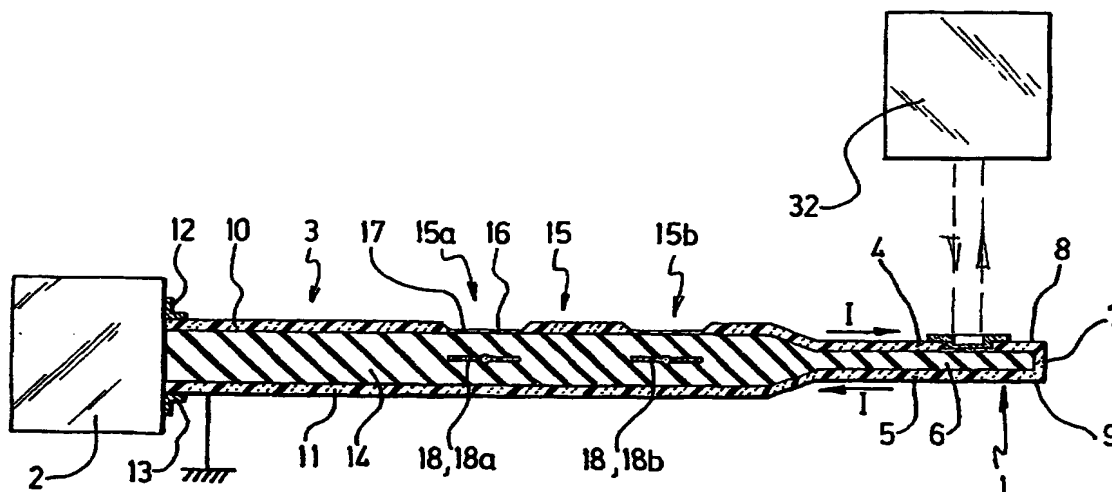
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/05033 A3**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **H03K 3/537**
- (21) Numéro de la demande internationale : **PCT/FR00/01805**
- (22) Date de dépôt international : 28 juin 2000 (28.06.2000)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
99/08771 7 juillet 1999 (07.07.1999) FR
- (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **FRESCALINE, Laurent [FR/FR]**; 1, rue Saint-Cyr, F-46400 Saint-Cere (FR). **AVRILLAUD, Gilles [FR/FR]**; La Prairie, F-46400 St-Jean-Lagineste (FR).
- (74) Mandataire : **CABINET BARRE LAFORGUE & ASSOCIES**; 95, rue des Amidonniers, F-31000 Toulouse (FR).
- (81) États désignés (national) : AU, CA, IL, IN, JP, MX, NO, NZ, SG, US, ZA.
- (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **I T H P P [FR/FR]**; Thegra, F-46500 Gramat (FR).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR GENERATING INTENSE AND BRIEF CONTROLLED VARIATIONS OF MAGNETIC PRESSURE IN A SAMPLE OF SOLID MATERIAL

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR GENERER DES VARIATIONS CONTROLÉES INTENSES ET BREVES DE PRESSION MAGNETIQUE AU SEIN D'UN ÉCHANTILLON DE MATERIAU SOLIDE



(57) Abstract: The invention concerns a device and a method for generating intense and brief variations of magnetic pressure, predetermined and controlled, capable of being isentropic within a sample (23) of solid material. An electromagnetic cell (1) comprises a flat parallel line of conductive material comprising two branches (4, 5) in the form of planar plates, of similar shapes and dimensions, separated from each other by a distance not more than 3 mm, one of which (4) bears the sample (23) rigidly fixed on said branch (4), said two branches (4, 5) being electrically connected to each other by an end junction strip (7), and to means (2, 3) generating electric current pulses so as to produce in less than 500 ns an electric current flowing in the electromagnetic cell (1).

[Suite sur la page suivante]

WO 01/05033 A3



(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

2 août 2001

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abbrégé :** L'invention concerne un dispositif et un procédé pour générer des variations de pression magnétique intenses et brèves, prédéterminées et contrôlées, pouvant être isentropiques au sein d'un échantillon (23) de matériau solide. Une cellule électromagnétique (1) comprend une ligne plate parallèle de matériau conducteur comprenant deux branches (4, 5) en forme de plaques planes, de mêmes formes et dimensions, séparées l'une de l'autre d'une distance inférieure ou égale à 3mm, dont l'une (4) porte l'échantillon (23) fixé rigidement sur cette branche (4), ces deux branches (4, 5) étant reliées électriquement l'une de l'autre par une bande de jonction (7) d'extrémité, et électriquement reliées, à l'opposé de la bande de jonction (7) d'extrémité, à des moyens (2, 3) de génération d'impulsions de courant électrique, de façon à permettre l'établissement en moins de 500ns d'un courant électrique circulant dans la cellule électromagnétique (1).

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01805

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H03K3/537

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 621 255 A (LEON ET AL) 15 April 1997 (1997-04-15) the whole document -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2001

Date of mailing of the international search report

29/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Calarasanu, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01805

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5621255 A	15-04-1997	FR 2702900 A	23-09-1994
		DE 69400625 D	07-11-1996
		DE 69400625 T	13-02-1997
		EP 0616428 A	21-09-1994

---

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar. internationale No

PCT/FR 00/01805

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H03K3/537

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 621 255 A (LEON ET AL) 15 avril 1997 (1997-04-15) le document en entier -----	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 janvier 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/01/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Calarasanu, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

### Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/01805

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5621255 A	15-04-1997	FR 2702900 A	23-09-1994
		DE 69400625 D	07-11-1996
		DE 69400625 T	13-02-1997
		EP 0616428 A	21-09-1994